

Πρόβλημα διαφορικής διαστολής κοχλία - φλάντζας

Δύο ορειχάλκινες φλάντζες συνολικής σταθεράς c_f και μήκους L συσφίγγονται σε θερμοκρασία T_o με δύναμη προέντασης F_v . Αν η θερμοκρασία αυξηθεί κατά ΔT ζητείται η μεταβολή ΔF_B της επιτρεπόμενης δύναμης λειτουργίας $\pm F_B$. Δίνονται οι συντελεστές θερμικής διαστολής κοχλία και φλάντζας α_s, α_f αντίστοιχα, όπου $\alpha_f > \alpha_s$.

Λύση:

Λόγω της μεγαλύτερης διαστολής που υφίστανται οι φλάντζες, η δύναμη προέντασης θα αυξηθεί κατά $\Delta F_v = c_s \Delta \delta_s = c_f \Delta \delta_f$, οπότε η συνολική μεταβολή της παραμόρφωσης που θα οφείλεται στη διαφορική διαστολή θα είναι:

$$L \alpha_f - \alpha_s \Delta T = \Delta \delta_s + \Delta \delta_f = \Delta F_v \left(\frac{1}{c_s} + \frac{1}{c_f} \right) \rightarrow \Delta F_v = \frac{c_s c_f L \Delta T \alpha_f - \alpha_s}{c_f + c_s}$$

Από την κλασσική ανάλυση του συστήματος κοχλία φλάντζας λαμβάνονται οι ακραίες τιμές των καταπονήσεων του κοχλία και της φλάντζας ως εξής:

$$F_{smax} = F_v + F_B \frac{c_s}{c_s + c_f} \quad (1), \quad F_{fmin} = F_v - F_B \frac{c_f}{c_s + c_f} \quad (2), \quad F_{fmax} = F_v + F_B \frac{c_f}{c_s + c_f} \quad (3), \quad F_{smin} = F_v - F_B \frac{c_s}{c_s + c_f} \quad (4)$$

Οι πεπερασμένες διαφορές των ανωτέρω μεγεθών που προκύπτουν από διαφόριση των προηγούμενων σχέσεων 1-4 δίνουν για αμετάβλητα όρια λειτουργίας του συστήματος (δηλαδή για $\Delta F_{smin} = \Delta F_{smax} = \Delta F_{fmin} = \Delta F_{fmax} = 0$):

$$(1) \rightarrow \Delta F_B = -\Delta F_v \left(1 + \frac{c_f}{c_s} \right) \quad (4) \rightarrow \Delta F_B = \Delta F_v \left(1 + \frac{c_f}{c_s} \right)$$

$$(2) \rightarrow \Delta F_B = \Delta F_v \left(1 + \frac{c_s}{c_f} \right) \quad (3) \rightarrow \Delta F_B = -\Delta F_v \left(1 + \frac{c_s}{c_f} \right)$$

Αφού σχεδόν πάντοτε ισχύει $c_f > c_s$, η μέγιστη δυνατή επιτρεπόμενη μεταβολή της δύναμης λειτουργίας προκύπτει από τη σχέση 1:

$$\Delta F_B = -\Delta F_v \left(1 + \frac{c_f}{c_s} \right) = -c_f L \Delta T \alpha_f - \alpha_s$$